

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-115472

(43)Date of publication of application : 06.05.1998

(51)Int.Cl.

F25B 9/00

(21)Application number : 08-289210

(71)Applicant : EBARA CORP

(22)Date of filing : 09.10.1996

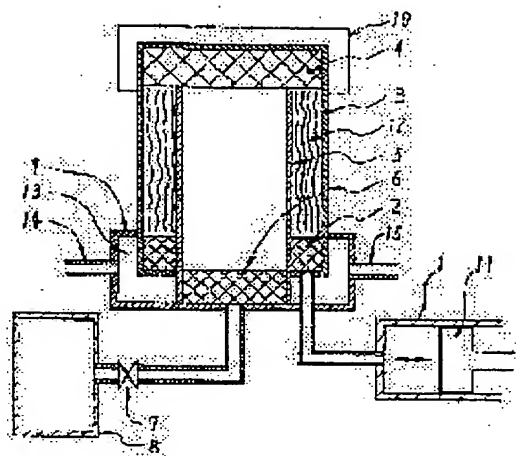
(72)Inventor : KURIYAMA FUMIO

(54) PULSE TUBE REFRIGERATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a pulse tube refrigerator having a high reliability, in which thermal conduction loss is so lowered as to prevent a fall of refrigerating capacity and which can be assembled with improved efficiency.

SOLUTION: A pulse tube refrigerator comprises a compressor 1, cold reservoir 3, heat exchanger (low temperature heat exchanger 4, high temperature heat exchanger 6), pulse tube 5, and piping and/or connection part for their connection and a working fluid flowing through the inside produces a refrigerating effect. The pulse tube 5 and the cold reservoir 3 are arranged in the form of a coaxial double cylinder with the pulse tube 5 on the inner side and the cold reservoir 3 on the outer side. A film type cold storage material 12 is wound around the pulse tube 5 and held inside the cold reservoir 3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-115472

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月6日

(51) Int.Cl.⁹
F 2 5 B 9/00

識別記号
3 1 1

F I
F 2 5 B 9/00

3 1 1

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-289210

(22) 出願日 平成 8 年(1996)10月 9 日

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 栗山 文夫

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株
式会社荏原総合研究所内

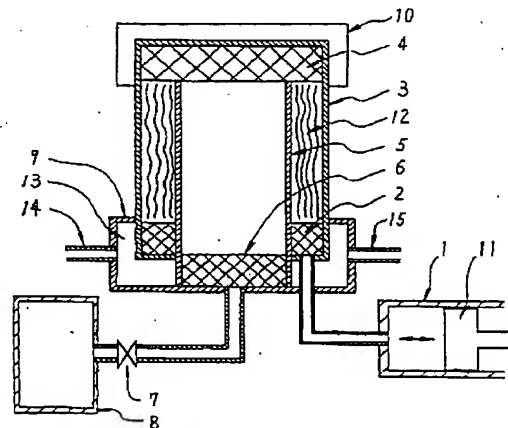
(74) 代理人 弁理士 熊谷 隆 (外1名)

(54) 【発明の名称】 パルスチューブ冷凍機

(57) 【要約】

【課題】 熱伝導損失を低く抑えて冷凍発生能力低下を防ぐと共に、組み立て効率を改善させた信頼性の高いパルスチューブ冷凍機を提供すること。

【解決手段】 圧縮機1、蓄冷器3、熱交換器（低温熱交換器4、高温熱交換器6）、パルス管5及びそれらを結ぶ配管及び／又は接続部から構成され、その内部を流動する作動流体の作用により冷凍を発生させるパルスチューブ冷凍機である。パルス管5と蓄冷器3を、パルス管5が内側で蓄冷器3が外側となるように同軸二重円筒状に配置する。蓄冷器3内にはパルス管5の外周に巻き付けた膜状蓄冷材12を収納する。



1 圧縮機	2 アフタークーラ	3 蓄冷器	4 低温熱交換器
5 パルス管	6 高温熱交換器	7 流量調整弁	8 リザーバー
9 冷却水チャンバー	10 冷却板	11 ピストン	12 膜状蓄冷材
13 冷却水	14 冷却水入口	15 冷却水出口	

本発明のパルスチューブ冷凍機

【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧縮機、蓄冷器、熱交換器、パルス管及びそれらを結ぶ配管及び／又は接続部から構成され、その内部を流動する作動流体の作用により冷凍を発生させるパルスチューブ冷凍機において、

前記パルス管と蓄冷器は、パルス管が内側で蓄冷器が外側となるように同軸二重円筒状に配置され、且つ蓄冷器内にはパルス管の外周に巻き付けた膜状蓄冷材を収納したことを特徴とするパルスチューブ冷凍機。

【請求項2】 請求項1に記載のパルスチューブ冷凍機において、

前記膜状蓄冷材は、膜の片面に突起物を設けてなることを特徴とするパルスチューブ冷凍機。

【請求項3】 請求項1に記載のパルスチューブ冷凍機において、

前記膜状蓄冷材は、膜の片面に突起物を設け、且つ該膜を通過する孔を設けてなることを特徴とするパルスチューブ冷凍機。

【請求項4】 請求項1に記載のパルスチューブ冷凍機において、

前記膜状蓄冷材は、網状に形成してなることを特徴とするパルスチューブ冷凍機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はパルスチューブ冷凍機に関し、特に冷凍能力の向上と製造方法の改善が図れるパルスチューブ冷凍機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図6は従来のパルスチューブ冷凍機の構成例を示す図である。図示するように、パルスチューブ冷凍機は、圧縮機1、アフタークーラ2、蓄冷器3、低温熱交換器4、パルス管5、高温熱交換器6、流量調整弁7及びリザーバー8を具備し、これらを配管及び／又は接続部で接続して構成されている。

【0003】 圧縮機1はパルスチューブ冷凍機内に作動ガス（図示せず）の圧力振動を起させるものである。

【0004】 蓄冷器3は内部に熱容量の大きな材料からなる蓄冷材16を保有している。該蓄冷材16は細い素線をちゅう密に網状に織って蓄冷器3の断面に合わせた形状に打ち抜いたものを積層して蓄冷器3内に収納して構成されている。パルス管5は単純な円筒構造をしており、リザーバー8は他の構成要素に比べて大きな容積を持つ容器である。

【0005】 先ず、圧縮機1で圧縮された作動流体は昇温されるためアフタークーラ2で冷却された後、蓄冷器3、低温熱交換器4、パルス管5及び高温熱交換器6内の作動流体の圧力を上げる。

【0006】 高温熱交換器6とリザーバー8は流量調整弁7を通して連通しており、該流量調整弁7で作動流体の流量が絞られているためリザーバー8内の圧力変動は

極めて小さく抑えられている。圧縮機1により起される圧力振動により、機内では作動流体は往復運動を行うことになり、パルス管5内の作動流体は断熱変化に近い圧縮と膨張を繰り返す、またアフタークーラ2、蓄冷器3、低温熱交換器4及び高温熱交換器6内の作動流体は等温変化に近い圧縮と膨張を繰り返すことになる。

【0007】 上記のような作動流体の運動により、低温熱交換器4に冷凍が発生する。また、低温熱交換器4の温度が低下すると同時に蓄冷器3及びパルス管5において温度勾配が生じる。アフタークーラ2及び高温熱交換器6で発熱が生じるため、冷却水（又は他の冷媒）13で放熱させる必要がある。パルスチューブ冷凍機はこれを連続的に行って低温を生成させるものである。

【0008】 図9は、図6に示す従来構成のパルスチューブ冷凍機内の定常運転時の温度分布例を示す図である。アフタークーラ2及び高温熱交換器6は冷却水13（図6参照）により300K（27℃）に一定に保たれ、内部で発生する熱を放出する。低温熱交換器4は内部で生成された低温で被冷却物（図示せず）を冷却する。本図では、低温熱交換器4は被冷却物から熱を奪い、100K（-173℃）に保たれていることを示している。

【0009】 パルス管5内の作動流体は断熱変化に近い圧縮と膨張変化をしており、温度も時間的に振動している。図9ではパルス管5内の時間平均温度を示している。一方蓄冷器3内には熱容量の大きな蓄冷材16が充填されているため作動流体は蓄冷材16と熱交換を行い温度の時間的変動は極めて小さい。

【0010】 図7は他のパルスチューブ冷凍機の構成例を示す図である。本パルスチューブ冷凍機は、前述図6における蓄冷器3の蓄冷材16の充填構造が金網を積層させる構造であるのに対して、膜状の蓄冷材12を芯棒17に巻き付けて蓄冷器3に収納させる構造のものである。

【0011】 図8は一般的に二重円筒方式と呼ばれているパルスチューブ冷凍機の構成例を示す図である。本パルスチューブ冷凍機は前述図6の各構成要素と同じ構成要素を具備するものであるが、蓄冷器3の外側にパルス管5を配置した構成が相違している。なお10は冷却板であり、9は冷却水チャンバーであり、14、15はそれぞれ冷却水入口、冷却水出口である。本パルスチューブ冷凍機は、図6に示すパルスチューブ冷凍機に比べて全体の高さが低くなり、小型化が可能である。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】 図6、図8に示される従来のパルスチューブ冷凍機においては、蓄冷器3の蓄冷材16は細い素線をちゅう密に織った網をピンセットで1枚ずつ数千枚も積層させることにより充填させる方式が一般的に行われている。

【0013】 しかしながらこの方式では蓄冷材充填のた

めに多くの作業時間が費やされることになる。また、蓄冷材 16 が網状であるため、蓄冷材充填密度が 30% から 35% 程度と低く、同時に低温では物性的に蓄冷材 16 自体の比熱が小さくなるので、蓄冷材 16 中の低温となる部分（低温熱交換器 4 近傍）で熱容量不足を招いてしまい能力低下の原因となっていた。

【0014】また図 8 に示される従来のパルスチューブ冷凍機においては、パルス管 5 は蓄冷器 3 の外周に設置されるため管径が必然的に大きくなる。その結果、パルス管 5 の外周を囲む管壁自体の肉厚部分の横断面積が大きくなり、低温熱交換器 4 から高温熱交換器 6 への該管壁を伝っての熱伝導損失が大きくなり、冷凍能力の低下の原因となる。また同時にパルス管 5 の外周側面積が大きくなってパルス管 5 内の作動ガスとパルス管壁自体との熱のやり取りによる熱伝達量が多くなってその分だけ熱損失となり、この点からも冷凍能力の低下を招く。

【0015】一方図 7 に示される従来のパルスチューブ冷凍機においては、蓄冷器 3 の膜状蓄冷材 12 は芯棒 17 に巻かれて収納されており、芯棒 17 はアフタークーラ 2 から低温熱交換器 4 へ熱伝導により入熱させてしまい、冷凍効果を発生させている低温熱交換器 4 での冷凍能力を低下させてしまう。

【0016】以上説明したように従来のパルスチューブ冷凍機の場合、温度が非常に低い低温熱交換器 4 への伝熱による入熱が大きいことや、パルスチューブ冷凍機を構成する各構成部材と作動流体との間の断熱や伝熱が不完全であることが、冷凍能力低下の原因となっていた。また蓄冷器 3 に非常に大きな温度勾配が生じることも低温熱交換器 4 への入熱の原因となっていた。そして上記従来のパルスチューブ冷凍機の構成のままで前記伝熱損失を最小限に抑えるためには、別途特別の材料からなる構成部材を用いたり、断熱部材を用いたりしてその構造を考慮しなければならず、コストが増加するばかりか蓄冷器 3 の組み立て作業に多くの時間を要してしまう。

【0017】本発明は上述の点に鑑みてなされたものであり、上記問題点を除去し、熱伝導損失を低く抑えて冷凍発生能力低下を防ぐと共に、組み立て効率を改善させた信頼性の高いパルスチューブ冷凍機を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため本願請求項 1 に記載の発明は、圧縮機、蓄冷器、熱交換器、パルス管及びそれらを結ぶ配管及び／又は接続部から構成され、その内部を流動する作動流体の作用により冷凍を発生させるパルスチューブ冷凍機において、前記パルス管と蓄冷器を、パルス管が内側で蓄冷器が外側となるように同軸二重円筒状に配置し、且つ蓄冷器内にパルス管の外周に巻き付けた膜状蓄冷材を収納して構成した。

【0019】また請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に

記載のパルスチューブ冷凍機において、前記膜状蓄冷材を、図 3 に示す如く、膜の片面に突起物を設けて構成した。

【0020】また請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載のパルスチューブ冷凍機において、前記膜状蓄冷材を、図 4 に示す如く、膜の片面に突起物を設け且つ該膜を通過する孔を設けて構成した。

【0021】また請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 に記載のパルスチューブ冷凍機において、前記膜状蓄冷材を、図 5 に示す如く、網状に形成して構成した。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本願発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、本実施の形態は一例であり、本願発明はこの実施の形態に限定されるものではない。図 1 は本発明のパルスチューブ冷凍機の構成例を示す図である。本パルスチューブ冷凍機は、圧縮機 1、アフタークーラ 2、蓄冷器 3、低温熱交換器 4、パルス管 5、高温熱交換器 6、流量調整弁 7、リザーバー 8、冷却水チャンバー 9、冷却板 10 を具備し、蓄冷器 3 をパルス管 4 の同軸外周に配置して構成されている。

【0023】ここで圧縮機 1 は、パルスチューブ冷凍機内の作動流体（図示せず）に圧力振動を与えるものであり、該圧縮機 1 に連結されるアフタークーラ 2 は圧縮機 1 で圧縮され昇温した作動流体を冷却水チャンバー 9 内の冷却水 13 で放熱し、作動流体の温度を一定に保つための熱交換器である。

【0024】次にパルス管 5 は単純な円筒構造で、内部の作動流体は圧縮と膨張を繰り返している。リザーバー 8 内の作動流体の圧力は略一定に保たれており、このリザーバー 8 とパルス管 5 内の高温熱交換器 6 は流量調整弁 7 を介して連通している。

【0025】一方蓄冷器 3 内には図 2 に示すようにパルス管 5 に巻き付けられた膜状蓄冷材 12 が収納されており、低温熱交換器 4 で発生した冷凍により冷却された作動流体と熱交換し、機内の冷凍を保持するものである。

【0026】ここで膜状蓄冷材 12 は図 3 に示すように蓄冷材製の膜 121 の片面に多数本の棒状の突起物 123 を突出して構成したり、図 4 に示すように蓄冷材製の膜 121 の片面に多数本の棒状の突起物 123 を突出し且つ該膜 121 にこれを通過する多数の孔 125 を設けて構成したり、図 5 に示すように線状の蓄冷材を網状に編むことによって構成している。

【0027】このように膜状蓄冷材 12 は、パルス管 5 を軸にしてパルス管 4 の外周に巻かれることによって蓄冷器 3 内に収納されるため、図 7 に示す芯棒 17 のような特別な部材を必要としない。このためアフタークーラ 2 から低温熱交換器 4 への熱伝導損失を少なくすることができる。またこの膜状蓄冷材 12 は、図 6、図 8 に示す蓄冷材 16 のような積層型蓄冷材収納方式に比べ、組み立て作業が簡単で、該作業時間を短縮できるメリット

もある。

【0028】またパルス管5が内側で蓄冷器3が外側となるように同軸二重円筒状に配置したので、パルス管5を蓄冷器3の外側に配置した場合（図8参照）に比べてパルス管4の管壁面積を小さくすることができる。それゆえ、パルス管5内の作動流体とパルス管壁との熱伝達量が少なくなり、作動流体のより理想に近い断熱圧縮・膨張変化によってより大きな冷凍能力が得られる。

【0029】ところで図3、図4に示す膜状蓄冷材12の場合は、これを巻き回した際に隣り合う突起物123、123の間の凹状となっている部分が作動流体の通路となる。そしてこれら膜状蓄冷材12の場合、該通路部分を除く全ての部分が蓄冷材12で満たされるので、蓄冷材充填密度は50%以上となり、膜状蓄冷材12の中の低温熱交換器4近くの低温となる部分でも熱容量不足を生じにくい。

【0030】なお図4に示す膜状蓄冷材12において孔125を設けたのは、膜状蓄冷材12を巻き回すことによって形成される作動流体の多数の通路間を連通し、これによって各通路における作動流体の流量を均一化する

ためである。

【0031】
【発明の効果】以上詳細に説明したように本願発明によれば、パルス管が内側で蓄冷器が外側となるように同軸二重円筒状に配置し、且つパルス管の外周に膜状蓄冷材を巻き付けるようにして該膜状蓄冷材を蓄冷器内に収納したので、冷凍能力の向上が図れると共に、組み立て効率が改善できるという優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のパルスチューブ冷凍機の構成例を示す図である。

【図2】膜状蓄冷材12のパルス管5への取り付け構造を示す図である。

【図3】膜状蓄冷材12の一例を示す図である。

【図4】膜状蓄冷材12-2の一例を示す図である。

【図5】膜状蓄冷材12-3の一例を示す図である。

【図6】従来のパルスチューブ冷凍機の構成を示す図である。

【図7】従来のパルスチューブ冷凍機の構成を示す図である。

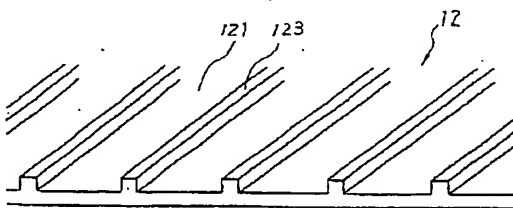
【図8】従来のパルスチューブ冷凍機の構成を示す図である。

【図9】一般的なパルスチューブ冷凍機の各部の温度分布を示す図である。

【符号の説明】

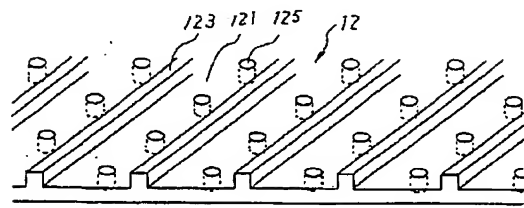
- 1 圧縮機
- 2 アフタークーラ
- 3 蓄冷器
- 4 低温熱交換器
- 5 パルス管
- 6 高温熱交換器
- 7 流量調整弁
- 8 リザーバー
- 9 冷却水チャンバー
- 10 冷却板
- 11 ピストン
- 12 膜状蓄冷材
- 123 突起物
- 125 孔
- 13 冷却水
- 14 冷却水入口
- 15 冷却水出口

【図3】



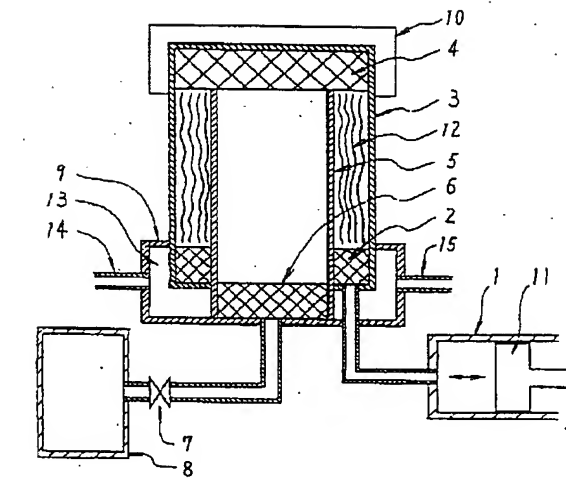
膜状蓄冷材12の一例を示す図

【図4】



膜状蓄冷材12-2の一例を示す図

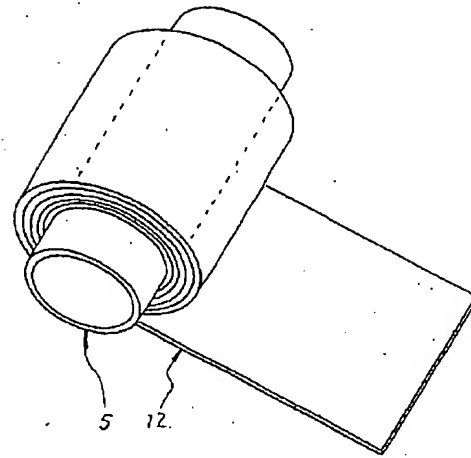
【図1】



- | | | | |
|------------|-----------|----------|----------|
| 1 圧縮機 | 2 アフタークーラ | 3 蓄冷器 | 4 低温熱交換器 |
| 5 パルス管 | 6 高温熱交換器 | 7 流量調整弁 | 8 リザーバー |
| 9 冷却水チャンバー | 10 冷却板 | 11 ピストン | 12 膜状蓄冷材 |
| 13 冷却水 | 14 冷却水入口 | 15 冷却水出口 | |

本発明のパルスチューブ冷凍機

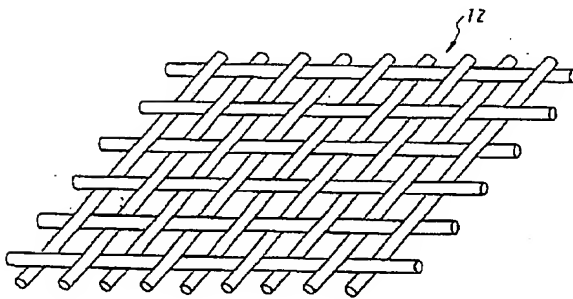
【図2】



- 5 パルス管
12 膜状蓄冷材

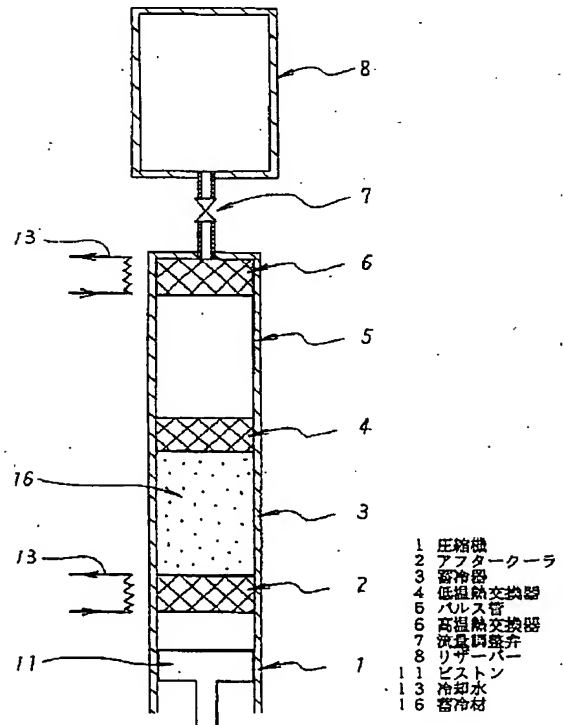
膜状蓄冷材12のパルス管5への取付方法

【図5】



膜状蓄冷材12-3の一例を示す図

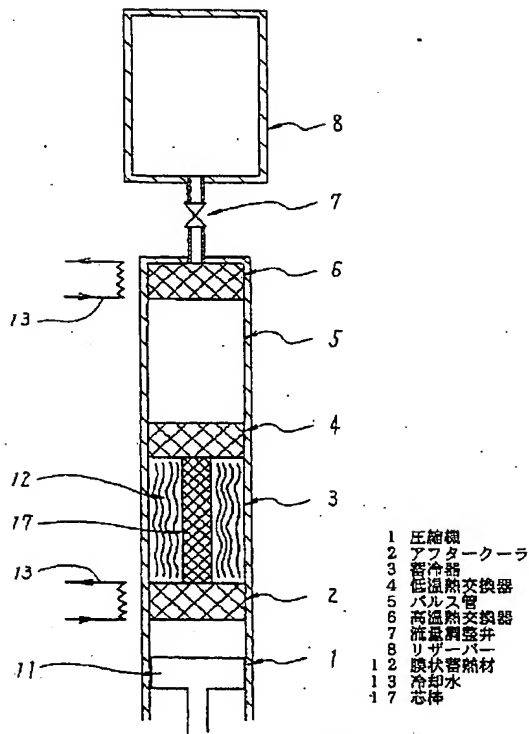
【図6】



従来のパルスチューブ冷凍機

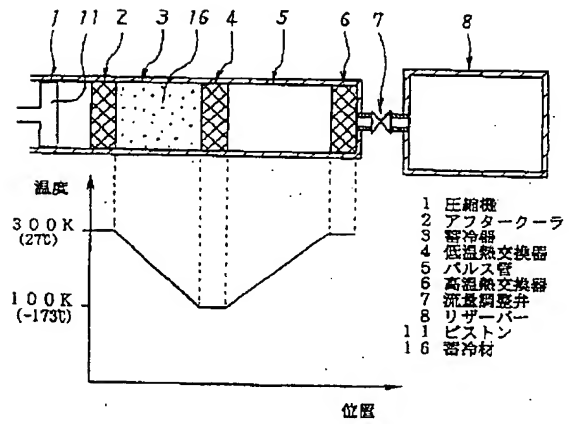
- | | | | |
|------------|-----------|----------|----------|
| 1 圧縮機 | 2 アフタークーラ | 3 蓄冷器 | 4 低温熱交換器 |
| 5 パルス管 | 6 高温熱交換器 | 7 流量調整弁 | 8 リザーバー |
| 9 冷却水チャンバー | 10 冷却板 | 11 ピストン | 12 膜状蓄冷材 |
| 13 冷却水 | 14 冷却水入口 | 15 冷却水出口 | |

【図7】



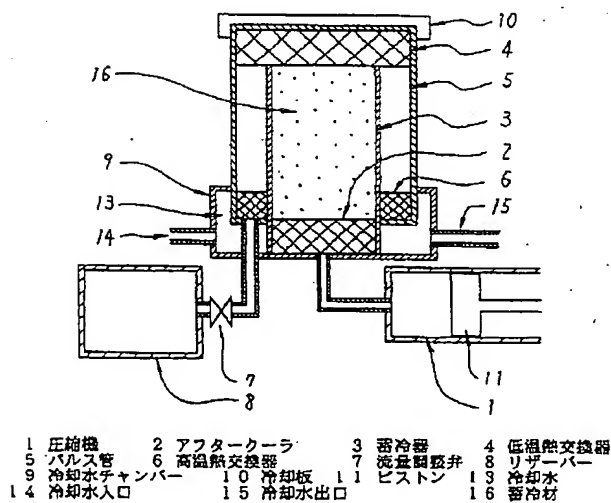
従来のパルスチューブ冷凍機

【図9】



一般的なパルスチューブ冷凍機の各部の温度分布例

【図8】



従来のパルスチューブ冷凍機